

Agnieszka Byczuk  
Krzysztof Byczuk  
Zuzanna Suwald  
Stanisław Suwald

Program nauczania fizyki  
dla liceum ogólnokształcącego  
i technikum  
Kształcenie ogólne w zakresie  
rozszerzonym



© Copyright by Nowa Era Sp. z o.o.  
Warszawa 2018

## SPIS TREŚCI

|   |    |
|---|----|
| I. Podstawowe założenia programu .....                                | 3  |
| II. Zadania szkoły umożliwiające prawidłową realizację programu ..... | 5  |
| III. Cele kształcenia i wychowania .....                              | 6  |
| IV. Treści nauczania.....   | 7  |
| V. Sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania .....           | 25 |
| VI. Ocenianie osiągnięć ucznia.....                                   | 27 |

## I. Podstawowe założenia programu

Wszechstronne wykształcenie i ciągłe poszerzanie wiedzy stały się koniecznością. Wyraźnie widać to na rynku pracy, co zauważają także młodzi ludzie. Problemy związane ze znalezieniem dobrej pracy są ważnym tematem ich rozmów. Przemiany gospodarcze w naszym kraju, nadal postępujące, sprawiają, że młodzi ludzie dążą do zdobycia rozległej wiedzy i umiejętności samodzielnego myślenia, by móc elastycznie dostosowywać się do wymagań na różnych stanowiskach pracy. Wykształcenie takich umiejętności i nawyków jest zadaniem współczesnej szkoły. Prasa, radio, telewizja i internet zalewają społeczeństwo informacjami. Trzeba nauczyć młodzież korzystania z tej wiedzy i wyrobić w niej zdolność obiektywnego jej oceniania. Jedynie solidna nauka, w tym przedmiotów ścisłych, może powstrzymać rozprzestrzenianie się tzw. postprawdy. Musimy własnym przykładem i postawą inicjować u młodzieży umiejętność krytycznej oceny informacji znajdujących w mediach.

Fizyka i astronomia to dwie spośród podstawowych dziedzin nauki, w których ostatnio dokonano wielu odkryć. Bardzo ważnym obowiązkiem szkoły jest zwrócenie uwagi uczniów na związki między fizyką a innymi przedmiotami. Młody człowiek kończący liceum powinien mieć świadomość, że największe współczesne odkrycia są efektem umysłowego wysiłku specjalistów z wielu dyscyplin naukowych.

Fizyce i astronomii trzeba przywrócić charakter przedmiotów przyrodniczych, zajmujących się odkrywaniem, badaniem i wyjaśnianiem zjawisk zachodzących w całym Wszechświecie, od najodleglejszych i największych galaktyk do najmniejszych składników materii. Należy podkreślać powiązanie tego przedmiotu z innymi przedmiotami przyrodniczymi: biologią, chemią, geografią, i ukazywać ich wzajemny wpływ na siebie. Ponadto należy nauczać nauk ścisłych jako nauk doświadczalnych. Nie ma fizyki bez eksperymentu. Wyniki doświadczeń są inspiracją do podejmowania rozważań teoretycznych i matematycznych mogących prowadzić do wyjaśnienia, jak działa Wszechświat.

W drugiej połowie XX w., w epoce rozwoju energetyki jądrowej i podboju kosmosu, znajomość fizyki była wyznacznikiem prestiżu młodych ludzi. Studentów fizyki podziwiano. Niestety, te czasy odeszły w przeszłość, a fizyka stała się jednym z najmniej lubianych przedmiotów szkolnych i uniwersyteckich. Niektóre wydziały politechniczne deklarują nawet odejście od nauczania fizyki ogólnej, uginając się pod presją negatywnych opinii studentów. Aby przerwać tę spiralę degradacji nauk ścisłych, w tym fizyki, należy zrobić wszystko, aby ten przedmiot stał się ponownie atrakcyjny, a uczniowie zaczęli go wybierać jako przedmiot rozszerzony. Obecnie, oprócz wielu tradycyjnych metod nauczania, eksperymentów, prac laboratoryjnych i obserwacji, można wykorzystywać możliwości, jakie dają przenośne komputery i smartfony sprzężone z internetem, np. przeprowadzać wiele nowych doświadczeń w terenie dzięki GPS. Przykładów jest wiele. Przy okazji wyjaśniania zasad działania tego urządzenia możemy odwoływać się do ogólnej teorii względności, aby pokazać, że bez tego wielkiego osiągnięcia intelektualnego XX w. nie byłoby GPS-u. Wieloma sposobami można odchodzić od formalnego nauczania fizyki, aby wiązać ją ze światem codziennym. Postawmy uczniom intelektualne wyzwanie, aby sami odkrywali prawa fizyki w otaczającym świecie. Głęboko wierzymy, że w ten sposób fizyka ponownie stanie się przedmiotem pożądanym. Potrzebna jest kreatywna postawa nauczyciela XXI w., który – zamiast nauczać – otwiera uczniom drzwi do kolejnych pomieszczeń w gmachu nowoczesnej wiedzy.

Przy opracowywaniu programu nauczania zostały uwzględnione cele edukacyjne, zadania szkoły i treści kształcenia zgodne z Rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z 30 stycznia 2018 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia (Dz.U. z 2018 r., poz. 467), w części dotyczącej nauczania fizyki w zakresie rozszerzonym. Program został zaplanowany do realizacji w ciągu 275 godzin lekcyjnych. Ewentualne dodatkowe godziny można przeznaczyć na rozwiązywanie większej liczby zadań problemowych i obliczeniowych oraz przedstawianie tematów dodatkowych.

Tworząc program, kierowaliśmy się ogólną zasadą, by w kształceniu i wychowaniu zachować ciągłość i spójność między szkołą podstawową a ponadpodstawową. Podstawą realizacji treści nauczania w ramach kształcenia ogólnego są wiadomości i umiejętności nabyte przez ucznia w szkole podstawowej. W ramach spiralnego kształcenia, wprowadzonego przez wspomniane rozporządzenie, w trakcie wprowadzania poszczególnych haseł programowych konieczne jest powtarzanie materiału ze szkoły podstawowej.

## II. Zadania szkoły umożliwiające prawidłową realizację programu

Prawidłowa, pełna i skuteczna realizacja programu oraz osiągnięcie założonych w nim celów edukacyjnych będą możliwe, jeśli na zajęciach z fizyki zachowamy ciągłość działań dydaktycznych i wychowawczych zapoczątkowanych w szkole podstawowej. Podstawą niniejszego programu są bowiem wiadomości i umiejętności nabyte przez uczniów na poprzednich etapach kształcenia. Nawiązywanie do nich w trakcie realizacji poszczególnych haseł programowych jest konieczne.

Opracowując własne programy nauczania w szkole, należy zadbać o korelację między fizyką i astronomią a pozostałymi przedmiotami przyrodniczymi i matematyką. Powinna to być korelacja nie tylko w czasie. Nauczyciele różnych przedmiotów przyrodniczych, realizujący zbliżone zagadnienia, powinni używać tych samych nazw i pojęć, a jeżeli specyfika przedmiotu tego wymaga, inaczej wyjaśniać uczniom ich znaczenie. Zgodnie z założeniami podstawy programowej, w procesie nauczania fizyki należy wykształcić u uczniów m.in. umiejętność myślenia matematycznego, polegającą na wykorzystywaniu narzędzi matematyki i fizyki w życiu codziennym, oraz formułowania sądów opartych na rozumowaniu matematycznym.

Uwzględniając specyfikę fizyki jako przedmiotu przyrodniczego i pamiętając, że podstawowymi metodami poznania przyrody są obserwacje oraz eksperymenty, należy stworzyć warunki do ich przeprowadzania na zajęciach w pracowni, w terenie i na wycieczkach naukowych. Każdy uczeń powinien mieć możliwość prowadzenia obserwacji i wykonywania samodzielnych ćwiczeń laboratoryjnych. Ponadto niezbędne jest wyposażenie pracowni w taką liczbę przyrządów, jaka zapewni pracę laboratoryjną uczniów w grupach 2–3-osobowych.

W podstawie programowej wśród zakładanych osiągnięć uczniów wymieniono „wykorzystanie wiedzy fizycznej do wyjaśniania zasad i bezpiecznego użytkowania wybranych urządzeń technicznych”. Należy zatem dążyć do tego, aby na lekcjach oprócz typowych przyrządów, wykorzystywać również urządzenia powszechnego użytku.

Oddzielną kwestią jest wykorzystywanie informatyki i technik informacyjnych. Szkoła powinna zadbać o zaopatrzenie pracowni w niezbędne urządzenia i programy umożliwiające opracowywanie wyników eksperymentów oraz animowanie zjawisk fizycznych.

Uczniowie powinni mieć dostęp do internetu bezpośrednio lub pośrednio, przez kopiowanie określonych informacji na twardy dysk komputera, płytę CD lub inny nośnik.

### III. Cele kształcenia i wychowania

**Uwaga.** Cele z podstawy programowej są wyróżnione boldem.

Uczeń:

- 1. Wykorzystuje pojęcia i wielkości fizyczne do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.**
2. Obserwuje, opisuje i wyjaśnia zjawiska zachodzące w otaczającym świecie.
3. Wykazuje związki przyczynowo-skutkowe między zjawiskami i jest świadom, że każda przyczyna rodzi określony skutek, a każdy skutek ma określoną przyczynę.
- 4. Buduje proste modele fizyczne i matematyczne służące do opisu zjawisk.**
- 5. Rozwiązuje problemy fizyki i astronomii z wykorzystaniem aparatu matematycznego.**
- 6. Planuje i wykonuje proste doświadczenia; analizuje ich wyniki.**
- 7. Wykorzystuje i przetwarza informacje przedstawione w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.**
8. Świadomie korzysta z narzędzi informatycznych.
9. Wykorzystuje metody informatyczne do budowania modeli i analizy wyników eksperymentów.
- 10. Analizuje teksty popularnonaukowe i ocenia ich treść.**
11. Świadomie i krytycznie korzysta z dostępnych źródeł informacji.
12. Rozwija dociekliwość i postawę badawczą.
13. Uzasadnia, że większość odkryć naukowych w fizyce stała się motorem rozwoju różnych dziedzin nauki i techniki.
14. Dostrzega związki między fizyką i astronomią a innymi naukami przyrodniczymi; wymienia przykłady wykorzystania wiadomości z fizyki do wyjaśniania problemów pojawiających się w innych naukach przyrodniczych oraz w medycynie i technice.
15. Ma świadomość, że przyczyną degradacji środowiska przyrodniczego jest nieprzemysłana działalność ludzi.
16. Interesuje się fizyką i astronomią, odkrywa ich piękno oraz znaczenie dla życia ludzi, jest gotowy do samokształcenia.
17. Ma przekonanie, że wiedza i umiejętności z fizyki dają ogromne możliwości zdobycia zawodu i ułatwiają zdobywanie nowych kwalifikacji zawodowych.

## IV. Treści nauczania

**Uwaga.** Kolumny wszystkich tabel dotyczące wymagań zawierają odwołania do odpowiednich punktów podstawy programowej.

Część 1.

### Rozdział 1. Wstęp do fizyki (2 h)

| Lp. | Treści nauczania                          | Wymagania    |               |                               |
|-----|---|--------------|---------------|-------------------------------|
|     |   | merytoryczne | ogólne        | przekrojowe                   |
| 1.  | Przedmiot i metody badań fizyki           | IV.9         | IV            | I.1, I.2, I.7                 |
| 2.  | Pomiary i jednostki                       |              | III, IV       | I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, |
| 3.  | Wstęp do analizy danych pomiarowych       |              | III, IV       | I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, |
| 4.  | Opisywanie zależności między wielkościami |              | I, III, IV, V | I.1, I.6, I.7                 |

Pierwszy rozdział poświęcony jest przypomnieniu i uzupełnieniu wiadomości o tym, co to jest fizyka i czym się zajmuje oraz co to są nauki matematyczno-przyrodnicze i czym się one różnią od nauk humanistycznych i artystycznych. Można skorzystać z tekstów popularnonaukowych zaczerpniętych z prasy lub wybranych stron internetowych. Zadbajmy o to, żeby uczniowie nauczyli się samodzielnie oceniać, czy fakty przedstawione w tekstach popularnonaukowych są prawdziwe. Niestety, negatywnym skutkiem rozpowszechnienia się internetu jest dostępność materiałów o znikomej wartości naukowo-poznawczej. Należy uczniów na to uczulić. Warto im uświadomić, że umysł idealnego człowieka oświecenia poddawał w wątpliwość wszystkie informacje, dopóki sam nie znalazł logicznego ich uzasadnienia.

Rozdział jest też poświęcony wprowadzeniu do tzw. analizy danych pomiarowych. Uczeń rozróżnia jednostki fizyczne, wymienia jednostki podstawowe układu SI. Należy go poinformować o zmianach, jakie zaczną obowiązywać w układzie SI od maja 2019 r. Jednostki podstawowe zostaną wyznaczone na podstawie ściśle zdefiniowanych stałych fizycznych. Tym samym sławny wzorzec masy 1 kg i inne wzorce jednostek staną się nieaktualne.

W analizie danych pomiarowych pomocne są rozmaite programy komputerowe, jak Excel czy Origin lub inne dostępne w Open Office. Po opanowaniu wiadomości z tego rozdziału uczeń wykreśla uśrednione wyniki pomiarów wraz z oszacowanymi niepewnościami pomiarowymi oraz samodzielnie analizuje możliwe przyczyny błędów.

## Rozdział 2. Ruch prostoliniowy (12 h)

| Lp.      | Treści nauczania                        | Wymagania              |            |  |
|----------|---|------------------------|------------|--|
|          |   | merytoryczne           | ogólne     | przekrojowe  |
| 5. (1 h) | Jak opisać położenie ciała              | II.1, II.2, II.3       | I          | I.1  |
| 6. (1 h) | Opis ruchu prostoliniowego              | II.2, II.3, II.4, II.5 | I, II, V   | I.3  |
| 7. (1 h) | Prędkość w ruchu prostoliniowym         | II.3, II.4, II.5       | II, V      | I.3, I.4   |
| 8. (2 h) | Ruch jednostajny prostoliniowy          | II.4, II.5, II.6       | II, III, V | I.3, I.4, I.8, I.9, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15 |
| 9 (1 h)  | Ruch prostoliniowy zmienny              | II.3, II.4, II.5       | II, V      | I.8  |
| 10 (3 h) | Ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny | II.3, II.4, II.5 II.6  | II, V      | I.8  |
| 11 (1 h) | Położenie w ruchu jednostajnie zmiennym | II.3, II.4, II.5       | II, V      | I.5, I.8   |
| 12 (1 h) | Powtórzenie                             |                        |            |  |
| 13 (1 h) | Sprawdzian                              |                        |            |  |

Kształcenie ogólne w zakresie rozszerzonym jest kontynuacją kształcenia w szkole podstawowej. Realizacja materiału zawartego w tym dziale polega na pogłębieniu wiadomości zdobytych na poprzednim etapie kształcenia. Na krótko wracamy do podstawowych wielkości fizycznych opisujących ruch, które uczniowie poznali w szkole podstawowej. Wykorzystujemy pojęcie wektora i matematyczny opis ruchu w jednym wymiarze i dwóch wymiarach. Do opisu zjawisk należy zastosować aparat matematyczny w znacznie szerszym zakresie niż dotychczas. Wprowadzone na poprzednim etapie kształcenia wzory na przyspieszenie, prędkość i drogę w ruchu zmiennym dotyczyły ruchu z prędkością początkową równą zero. W zakresie rozszerzonym należy uwzględnić sytuacje, gdy prędkość początkowa jest różna od zera.

Przy omawianiu działu „Ruch prostoliniowy” należy zwrócić szczególną uwagę na:

- ▶ zagadnienie położenia ciała i drogi przebytej przez ciało oraz wykresy  $x(t)$  i  $s(t)$ ,
- ▶ interpretację wykresu  $v(t)$  w sytuacji, gdy jego część przebiega poniżej osi czasu,
- ▶ wyjaśnienie na przykładach, co to znaczy, że droga w ruchu jednostajnie zmiennym zależy wprost proporcjonalnie od kwadratu czasu,
- ▶ doświadczalne ilościowe badanie ruchu jednostajnego prostoliniowego i jednostajnie zmiennego prostoliniowego,
- ▶ doświadczalne opisowe badanie zachowania się ciał względem różnych układów odniesienia (nieruchomych i ruchomych względem Ziemi).



### Rozdział 3. Ruch krzywoliniowy (8 h)

| Lp.       | Treści nauczania                        | Wymagania                   |             |  |
|-----------|---|-----------------------------|-------------|--|
|           |   | merytoryczne                | ogólne      | przekrojowe  |
| 14. (2 h) | Ruch krzywoliniowy                      | II.1, II.2, II.3            | I, II, III  | I.1, I.3, I.4, I.5                                     |
| 15. (1 h) | Rzut poziomy                            | II.7                        | II, III, IV | I.3, I.4, I.5, I.9,<br>I.10, I.11, I.12,<br>I.13, I.14 |
| 16. (1 h) | Prędkość w różnych układach odniesienia | II.1                        | II          | I.7  |
| 17. (1 h) | Ruch po okręgu                          | II.8, II.9, II.11           | II, IV, V   | I.19, I.20   |
| 18. (1 h) | Przyspieszenie dośrodkowe               | II.3, II.8, II.9,<br>II.11. | I, II       | I.19, I.20   |
| 19. (1 h) | Powtórzenie                             |                             |             |  |
| 20. (1 h) | Sprawdzian                              |                             |             |  |

W tym rozdziale kontynuujemy rozważania na temat kinematyki punktu materialnego w przypadkach, gdy tor ruchu jest krzywoliniowy. Analizujemy ogólne wzory na prędkość w tym ruchu względem różnych układów odniesienia. Analiza rzutu poziomego pozwala na zilustrowanie wielu koncepcji związanych z wielkościami wektorowymi i daje okazję do przeprowadzenia doświadczeń jakościowych i ilościowych. Ważnym eksperymentem jest zademonstrowanie, że w spadku swobodnym i rzucie poziomym kulki wypuszczone z takiej samej wysokości osiągają taki sam poziom w takim samym czasie. Jako szczególny przypadek ruchu krzywoliniowego analizujemy ruch po okręgu. Po opanowaniu materiału z tego rozdziału uczeń wykazuje, że w ruchu jednostajnym po okręgu występuje przyspieszenie, i wyjaśnia, o czym ono informuje.

### Rozdział 4. Ruch i siły (15 h)

| Lp.       | Treści nauczania                        | Wymagania            |           |                                 |
|-----------|---|----------------------|-----------|---------------------------------|
|           |   | merytoryczne         | ogólne    | przekrojowe                     |
| 21. (1 h) | Oddziaływania                           |                      | I,        | I.7, I.10, I.11                 |
| 22. (2 h) | Dodawanie i rozkładanie sił na składowe | II.12, II.23         | II        | I.5                             |
| 23. (2 h) | Pierwsza i druga zasada dynamiki        | II, 13, II.19, II.23 | II, III   | I.17, I.20                      |
| 24. (2 h) | Trzecia zasada dynamiki                 | II.13                | II, IV, V | I.19                            |
| 25. (2 h) | Siły tarcia                             | II.17, II.23, II.26d | III       | I.10, I.11, I.12,<br>I.14, I.15 |
| 26. (2 h) | Siła dośrodkowa                         | II.10, II.26c        | II, III   | I.10, I.11, I.12,<br>I.14, I.15 |

|           |                   |                      |         |                              |
|-----------|-------------------|----------------------|---------|------------------------------|
| 27. (2 h) | Siły bezwładności | II.18, II.19, II.26a | II, III | I.10, I.11, I.12, I.14, I.15 |
| 28. (1 h) | Powtórzenie       |                      |         |                              |
| 29. (1 h) | Sprawdzian        |                      |         |                              |

Zasady dynamiki pozwolą wyjaśnić przyczyny zmian ruchu ciał i wiele zjawisk obserwowanych w otaczającym świecie. Rozpoczynając omawianie tego działu, zwróćmy uwagę uczniów na to, że zwrot „na ciało działa siła” jest nieprecyzyjny. Trzeba podkreślić, że w rzeczywistości nie ma jednej siły. Ponieważ mamy do czynienia z oddziaływaniem dwóch ciał, występują dwie siły. Ważnym zagadnieniem jest rozkład sił na równi pochyłej, ponieważ uczniowie mają okazję zastosować składanie i rozkładanie sił (wektorów).

Zagadnienia dotyczące układów inercjalnych i nieinercjalnych warto wprowadzać na przykładach. W tym dziale, oprócz zdobywania wiedzy teoretycznej, uczniowie doskonalą umiejętności samodzielnego planowania i wykonywania pomiarów, przeprowadzania obliczeń oraz konstruowania wykresów.

## Rozdział 5. Energia i pęd (14 h)

| Lp.       | Treści nauczania   | Wymagania                          |              |                         |
|-----------|--|------------------------------------|--------------|-------------------------|
|           |  | merytoryczne                       | ogólne       | przekrojowe             |
| 30. (1 h) | Praca i moc jako wielkości fizyczne                        | II.20, II.22                       | I, II, II    | I.1, I.3, I.6, I.17     |
| 31.(2 h)  | Pojęcie energii, energia potencjalna grawitacji            | II.20                              | I, II,       | I.1, I.1, I.3, I.8, I.9 |
| 32. (3 h) | Energia kinetyczna. Zasada zachowania energii mechanicznej | II.20, II.21                       | I, II        | I.1, I.1, I.3, I.8, I.9 |
| 33. (2 h) | Energia potencjalna sprężystości                           | II.20, II.22                       | I, II, III   | I.1, I.3, I.8, I.9      |
| 34. (2 h) | Pęd, zasada zachowania pędu                                | II.13, II.14, II.15, II.26b        | I, II,       | I.1, I.3, I.8, I.9      |
| 35. (2 h) | Zderzenia sprężyste i niesprężyste                         | II.13, II.14, II.15, II.16, II.26b | I, II, IV, V | I.1, I.3, I.8, I.20     |
| 36. (1 h) | Powtórzenie  |                                    |              |                         |
| 37. (1 h) | Sprawdzian   |                                    |              |                         |

Energia, tak jak ruch i oddziaływania, jest pojęciem ważnym. W otaczającym świecie jej przemiany zachodzą nieustannie, a w codziennym życiu wykorzystujemy różne jej źródła. Można w tym miejscu omówić zagadnienie „wartość energetyczna produktów spożywczych”.

Warto zwrócić uwagę na historię badań prowadzącą do powstania koncepcji energii i podkreślić, że samo pojęcie jest trudne do zdefiniowania, bo można jedynie wyznaczać różnicę energii przed i po określonym zdarzeniu. Absolutna wartość energii jest niezdefiniowana.

Lekcje z tego działu należy przeznaczyć na przypomnienie wiadomości uzyskanych na wcześniejszych etapach kształcenia i ich pogłębienie. Ważne jest rozwiązywanie zadań i omówienie następujących zagadnień:

- ▶ związek między pracą a zmianami energii,
- ▶ rodzaje energii, zmiana jednej formy energii w inną,
- ▶ energia potencjalna występująca zawsze wtedy, gdy między ciałami występują oddziaływania,
- ▶ sprawność – rozpraszanie (straty) energii,
- ▶ przykłady przemian energii w przyrodzie i w otoczeniu.

Rozwiązywanie zadań obliczeniowych z zakresu kinematyki i dynamiki staje się łatwiejsze, jeżeli uwzględnimy przemiany energii.

Drugą ważną wielkością w fizyce jest pęd. Podobnie jak energia, jest on wielkością zachowawczą w układach odizolowanych. Przykłady wymagające zastosowania pojęcia pędu dotyczą m.in.:

- ▶ lecącej rakiety, która spala paliwo i zmienia się jej masa,
- ▶ zderzenia ciał.

## Rozdział 6. Bryła sztywna (13 h)

| Lp.       | Treści nauczania                                      | Wymagania            |               |   |
|-----------|---|----------------------|---------------|---|
|           |   | merytoryczne         | ogólne        | przekrojowe                                   |
| 38. (2 h) | Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej              | III.2                | I, V          | I.1, I.5, I.20                                |
| 39. (1 h) | Moment siły   | III.2, III.3         | I, II         | I.1, I.5, I.20                                |
| 40. (2 h) | Środek ciężkości i energia potencjalna bryły sztywnej | III.1, III.3         | I, II         | I.1, I.2, I.3, I.20                           |
| 41. (2 h) | Energia kinetyczna w ruchu obrotowym                  | III.5, III.8b        | I, II, V      | I.1, I.3, I.20                                |
| 42. (2 h) | Druga zasada dynamiki w ruchu obrotowym               | III.4, III.6, III.8b | I, II, III, V | I.1, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.16 |
| 43. (2 h) | Moment pędu   | III.6, III.7, III.8a | I, II, III    | I.1, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.16 |
| 44. (1 h) | Powtórzenie   |                      |               |   |
| 45. (1 h) | Sprawdzian  |                      |               |   |

Realizacja zagadnień występujących w tym dziale powinna sprzyjać nabywaniu i doskonaleniu przez uczniów następujących umiejętności:

- ▶ podawanie przykładów ruchu postępowego i obrotowego,

- ▶ opisywanie ruchu obrotowego bryły za pomocą prędkości kątowej, a ruchu jej poszczególnych punktów za pomocą prędkości liniowej oraz badanie zależności między tymi wielkościami,
- ▶ swobodne posługiwanie się pojęciami momentu siły i momentu bezwładności,
- ▶ formułowanie pierwszej i drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,
- ▶ planowanie i przeprowadzanie doświadczeń ilustrujących te zasady,
- ▶ obliczanie położenia środka masy i momentów bezwładności różnych brył,
- ▶ wyjaśnianie na przykładach zasady zachowania momentu pędu.

## Część 2.

### Rozdział 7. Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych (15 h, 16 h wraz z tematem dodatkowym)

| Lp.       | Treści nauczania                                | Wymagania                       |            |   |
|-----------|---|---------------------------------|------------|---|
|           |   | merytoryczne                    | ogólne     | przekrojowe   |
| 46. (2 h) | Ciśnienie                                       | II.24                           | I, II      | I.1, I.17, I.19   |
| 47. (2 h) | Siła wyporu                                     | II.24, II.25                    | I, II      | I.1, I.6  |
| 48. (1 h) | Podstawowe pojęcia termodynamiki                | VI.2                            | I, II      | I.1, I.7  |
| 49. (2 h) | Przepływ ciepła. Ciepło właściwe                | VI.2, VI.5                      | I, III     | I.1, I.5, I.17  |
| 50. (2 h) | Przemiany fazowe                                | VI.4, VI.6, VI.8, VI.19c)       | I, III     | I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.16                  |
| 51. (2 h) | Pierwsza zasada termodynamiki                   | VI.2, VI.3, VI.5, VI.6, VI.19b) | I, II, III | I.1, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.16, I.19, I.20 |
| 52. (2 h) | Rozszerzalność temperaturowa                    | VI.1, VI.8, VI.19a)             | IV         | I.7, I.17, I.18, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.16 |
| 53. (1 h) | Zjawiska cieplne w przyrodzie – temat dodatkowy | VI.1, VI.8                      | IV         | I.17, I.18  |
| 54. (1 h) | Powtórzenie                                     |                                 |            |   |
| 55. (1 h) | Sprawdzian                                      |                                 |            |   |

W dziale „Elementy hydrostatyki” zostaną wprowadzone podstawowe koncepcje dotyczące równowagi cieczy w spoczynku oraz pojęcie ciśnienia hydrostatycznego i związanego z nim prawa Pascala. Zostaną także omówione warunki pływania ciał i prawo Archimedesusa. Można zilustrować to prawo wybranymi doświadczeniami pokazowymi, warto zwłaszcza

zademonstrować działanie „nurka Kartezjusza” i wyjaśnić, dlaczego zmiana ciśnienia wpływa na głębokość zanurzenia pływaka. Mówiąc o siłach wyporu, nie zapomnijmy o wyjaśnieniu, dlaczego balony latają i czym ich „lot” różni się od lotu samolotu. Rozszerzeniem o praktycznym znaczeniu może być analiza warunków pływania statków. Wprowadzając pojęcia geometryczne, jak środek ciężkości i metacentrum, wyjaśnijmy, dlaczego jachty o bardzo wysokim maszcie na ogół się nie wywracają. Innym ciekawym rozszerzeniem może być analiza pływania np. drewnianej kuli z częściowo ściętym fragmentem. Taka kula może pływać stroną kulistą lub stroną płaską do dołu. Po opanowaniu materiału z tego rozdziału uczeń wyjaśnia jakościowo zjawiska codzienne związane z zachowaniem się cieczy w spoczynku i analizuje warunki, w jakich:

- ▶ ciało pływa,
- ▶ jest całkowicie zanurzone,
- ▶ opada na dno naczynia.

Materiał z tego działu umożliwi wykonanie przez uczniów wielu ćwiczeń laboratoryjnych, np.:

- ▶ wyznaczanie ciepła właściwego cieczy i ciał stałych, ciepła topnienia lodu oraz ciepła skraplania pary wodnej,
- ▶ badanie zależności temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego,
- ▶ badanie zmian temperatury podczas ogrzewania i ochładzania ciał krystalicznych i bezpostaciowych.

## Rozdział 8. Termodynamika (17 h, wraz z tematem dodatkowym 18 h)

| Lp.       | Treści nauczania                    | Wymagania                              |          |  |
|-----------|-------------------------------------|--|----------|--|
|           |                                     | merytoryczne                           | ogólne   | przekrojowe                              |
| 56. (2 h) | Badanie przemian gazu               | VI.1, VI.3, VI.9                       | I, II    | I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.16 |
| 57. (2 h) | Model gazu doskonałego              | VI.3, VI.9, VI.10, VI.11, VI.13, VI.18 | I, II, V | I.1, I.8, I.9, I.20                      |
| 58. (2 h) | Przemiany gazu doskonałego          | VI.1, VI.2, VI.3, VI.9, VI.12, VI.13   | I, II    | I.1, I.6, I.8, I.20                      |
| 59. (2 h) | Ciepło w przemianach gazowych       | VI.2, VI.9, VI.12, VI.13, VI.14        | I, II    | I.1, I.3, I.8                            |
| 60. (2 h) | Praca a wykresy przemian gazowych   | VI.2, VI.3, VI.13                      | I, II    | I.1, I.3, I.8                            |
| 61. (2 h) | Silniki cieplne                     | VI.2, VI.15, VI.16                     | I, II    | I.1, I.3, I.8                            |
| 62. (2 h) | Pompy cieplne                       | VI.2, VI.15                            | I, II    | I.1, I.3, I.8                            |
| 63. (1 h) | Silniki spalinowe – temat dodatkowy | VI.2, VI.15, VI.16                     | I, II    | I.1, I.3, I.8                            |
| 64. (1 h) | Druga zasada termodynamiki          | VI.2, VI.16, VI.17                     | I, II, V | I.1, I.17, I.18, I.19, I.20              |
| 65. (1 h) | Powtórzenie                         |  |          |  |
| 66. (1 h) | Sprawdzian                          |  |          |  |

Niektóre tematy z tego działu były realizowane w szkole podstawowej, ale – zgodnie z założeniami podstawy programowej – w formie jakościowej. Tę część zagadnień można przedstawić w ramach powtórzenia i utrwalenia wiadomości, rozwiązując zadania problemowe i obliczeniowe, zgodnie ze spiralną metodą nauczania fizyki w liceum. Więcej czasu należy poświęcić tematom dotyczącym przemian gazu doskonałego. Wymagają one swobodnego posługiwania się aparatem matematycznym, w szczególności umiejętności rysowania i interpretacji wykresów:  $p(V)$ ,  $V(T)$  i  $p(T)$ , oraz analizowania cykli termodynamicznych.

Omawianie pierwszej i drugiej zasady termodynamiki to także dobra okazja, aby nawiązać do wcześniej prezentowanych przemian energii

### Rozdział 9. Ruch drgający (12 h)

| Lp.       | Treści nauczania                       | Wymagania            |          |  |
|-----------|--|----------------------|----------|--|
|           |  | merytoryczne         | ogólne   | przekrojowe                              |
| 67. (1 h) | Badanie ruchu drgającego               | V.8a), V.8b)         | III      | I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.16 |
| 68. (2 h) | Drgania harmoniczne                    | V.3, V.4             | I, II    | I.1, .I.7                                |
| 69. (2 h) | Drgania sprężyn                        | V.2, V.1V.8c)        | I, II    | I.1, I.7                                 |
| 70. (2 h) | Wahadło matematyczne                   | V.3, V.4, V.5, V.8e) | I, II, V | I.1, I.7, I.20                           |
| 71. (2 h) | Energia w ruchu harmonicznym           | V.6                  | I, II    | I.1, I.19, I.20                          |
| 72. (1 h) | Drgania tłumione i wymuszone. Rezonans | V.7, V.8d)           | IV       | I.7, I.18, I.19                          |
| 73. (1 h) | Powtórzenie                            |                      |          |  |
| 74. (1 h) | Sprawdzian                             |                      |          |  |

Ruch drgający uczniowie poznali w szkole podstawowej. W liceum w kształceniu rozszerzonym prezentujemy to zagadnienie szerzej. Wprowadzenie należy rozpocząć od podania definicji drgań. Warto zasygnalizować istnienie drgań elektromagnetycznych; dzięki temu będzie można później logicznie wprowadzić pojęcie fal elektromagnetycznych. Realizacja tego działu powinna się przyczynić do pogłębienia i usystematyzowania wiedzy i umiejętności uczniów w zakresie:

- ▶ ilustrowania ruchów drgających przykładami eksperymentalnymi i pochodzącymi z otoczenia,
- ▶ swobodnego posługiwania się pojęciami: okresu, częstotliwości, cyklu, wychylenia, amplitudy, prędkości, przyspieszenia, siły i energii,
- ▶ opisywania związku między ruchem drgającym a ruchem po okręgu, ze szczególnym podkreśleniem, że każdemu położeniu punktu w ruchu drgającym można przyporządkować pewien kąt, nazywany fazą,
- ▶ znajomości ograniczeń stosowalności modelu wahadła matematycznego,
- ▶ planowania i wykonywania eksperymentu umożliwiającego wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego,

- ▶ uzasadniania przyczyn zmniejszania się amplitudy drgań,
- ▶ znajomości warunków wytwarzania drgań niegasnących,
- ▶ opisywania przykładów szkodliwego i użytecznego rezonansu.

## Rozdział 10. Fale mechaniczne (16 h, 17 h wraz z tematem dodatkowym)

| Lp.       | Treści nauczania   | Wymagania                  |            |                             |
|-----------|--|----------------------------|------------|-----------------------------|
|           |  | merytoryczne               | ogólne     | przekrojowe                 |
| 75. (1 h) | Ruch falowy  | X.1                        | I          | I.1, I.10                   |
| 76. (2 h) | Matematyczny opis fal  | X.1,                       | II, V      | I.1, I.2                    |
| 77. (1 h) | Natężenie fali   | X.1, X.2, X.3              | I, II      | I.1, I.2, I.3               |
| 78. (2 h) | Fale dźwiękowe   | X.1                        | IV         | I.10, I.11                  |
| 79. (2 h) | Rozchodzenie się fal, odbicie i załamanie fali                     | X.6                        | I, II, III | I.10, I.11, I.12            |
| 80. (1 h) | Superpozycja fal. Fale stojące                                     | X.10, X.12                 | I, III     | I.1, I.10, I.11, I.12, I.20 |
| 81. (1 h) | Dźwięki proste i złożone   | X.1                        | IV         | I.7, I.8                    |
| 82. (2 h) | Interferencja i dyfrakcja fal                                      | X.10, X.11, X.20b), X.20c) | I, V       | I.1, I.10, I.11, I.20       |
| 83. (2 h) | Efekt Dopplera   | X.13                       | I, II      | I.7, I.17, I.18, I.19       |
| 84. (1 h) | Jak człowiek ocenia natężenie bodźców słuchowych – temat dodatkowy | X.2                        | IV         | I.17, I.18, I.19            |
| 85. (1 h) | Powtórzenie  |                            |            |                             |
| 86. (1 h) | Sprawdzian   |                            |            |                             |

Treści nauczania zaprezentowane w tym dziale także służą usystematyzowaniu, utrwaleniu i pogłębieniu zagadnień realizowanych w szkole podstawowej. Warto tak zdefiniować pojęcie fali, aby definicja opisywała również fale elektromagnetyczne. Ponadto uczniowie powinni zrozumieć, jak rozchodzą się fale różnych typów. Za pomocą eksperymentów (głównie pokazów) należy usystematyzować pojęcia: dyfrakcji, interferencji, załamania i odbicia. Znajomość tych pojęć pozwoli uczniom odróżniać promieniowanie o naturze fal elektromagnetycznych od promieniowania o naturze cząsteczkowej, ponadto pomoże im pojąć zagadnienia związane z korpuskularną naturą światła i cząstek materii. Podczas omawiania fal akustycznych wskazane jest wykonanie doświadczeń dotyczących:

- ▶ powstawania fal stojących w prętach i słupach powietrza,
- ▶ wyznaczania długości fali i prędkości jej rozchodzenia się,
- ▶ efektu Dopplera.

### Część 3.

## Rozdział 11. Grawitacja i elementy astronomii (19 h)

| Lp.       | Treści nauczania                                     | Wymagania              |          |                                  |
|-----------|--|------------------------|----------|----------------------------------|
|           |  | merytoryczne           | ogólne   | przekrojowe                      |
| 87. (2 h) | Prawo powszechnego ciężenia                          | IV.1, IV.2, IV.4, IV.8 | I        | I.1, I.3                         |
| 88. (2 h) | Pierwsze i drugie prawo Keplera                      | IV.3, IV.4, IV.6       | I, II    | I.1, I.3                         |
| 89. (2 h) | Trzecie prawo Keplera                                | IV.3, IV.4, IV.5       | I, II    | I.1, I.3                         |
| 90. (3 h) | Pole grawitacyjne                                    | IV.1, IV.4, IV.8       | I, II    | I.1, I.3, I.5                    |
| 91. (3 h) | Energia potencjalna w polu grawitacyjnym.            | IV.7                   | I, II, V | I.1, I.3                         |
| 92. (1 h) | Siły pływowe   | IV.2, IV.3             | II       | I.3                              |
| 93. (2 h) | Budowa układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce | IV.9                   | IV       | I.7, I.17, I.18, I.19            |
| 94. (2 h) | Ewolucja Wszechświata, prawo Hubble'a                | IV.10                  | IV       | I.1, I.7, I.17, I.18, I.19, I.20 |
| 95. (1 h) | Powtórzenie  |                        |          |                                  |
| 96. (1 h) | Sprawdzian   |                        |          |                                  |

Zagadnienie pola grawitacyjnego poprzedza treści dotyczące pól elektrostatycznego i magnetycznego, dlatego dobre opanowanie materiału z tego działu jest bardzo ważne w kontekście późniejszej nauki. Uczniowie powinni zrozumieć, że w polu zachodzą oddziaływania (działają siły). Powinni także swobodnie posługiwać się pojęciami natężenia pola, a także wiedzieć, że natężenie pola jest liczbowo równe przyspieszeniu grawitacyjnemu w danym punkcie, ale są to dwie różne wielkości fizyczne. Często się zdarza, że pole w danej przestrzeni powstało ze złożenia dwóch lub kilku pól, zatem uczniowie powinni umieć obliczać wypadkowe natężenie i wypadkowy potencjał. Należy zwrócić ich uwagę na to, że natężenie jest wielkością wektorową, a potencjał – skalarną. Ważne, żeby zauważyli, że ujemny potencjał i ujemna energia nie oznaczają, że te wielkości są mniejsze od zera, ale że są ujemne względem potencjału w nieskończoności.

Mówiąc o nieważkości i przeciążeniu, należy powiązać je ze zjawiskami obserwowanymi na Ziemi, tak żeby uczniowie nie kojarzyli tych zjawisk z odległym kosmosem i brakiem występowania sił grawitacji.

## Rozdział 12. Pole elektryczne (17 h)

| Lp.       | Treści nauczania                        | Wymagania            |               |                      |
|-----------|---|----------------------|---------------|----------------------|
|           |   | merytoryczne         | ogólne        | przekrojowe          |
| 97. (2 h) | Ładunki elektryczne i ich oddziaływanie | VII.1                | I, II         | I.1                  |
| 98. (2 h) | Prawo Coulomba                          | VII.2                | I, II V       | I.1, I.3, I.5, I.17  |
| 99. (2 h) | Pole elektryczne                        | VII.2, VII.3, VII.4, | I, II, III, V | I.1, I.4, I.5, I.10, |



|               |   |                                  |            |                                       |
|---------------|---|----------------------------------|------------|---------------------------------------|
|               |   | VII.5, VII.13a)                  |            | I.11, I.12, I.20                      |
| 100.<br>(2 h) | Energia potencjalna, potencjał i napięcie         | VII.8, VII.9                     | I, II, V   | I.1, I.3, I.4, I.5                    |
| 101.<br>(2 h) | Ładunki w przewodniku                             | VII.1, VII.6                     | I, IV      | I.19                                  |
| 102.<br>(2 h) | Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym | VII.1, VII.7                     | I, II      | I.3, I.4                              |
| 103. (3 h)    | Kondensatory                                      | VII.10, VII.11, VII.12, VII.13b) | I, II, III | I.1, I.3, I.4, I.10, I.11, I.12, I.20 |
| 104.<br>(1 h) | Powtórzenie                                       |                                  |            |                                       |
| 105.<br>(1 h) | Sprawdzian  |                                  |            |                                       |

Po analizie podstawy programowej można oczekiwać, że uczniowie mają wystarczającą wiedzę z tego zakresu, więc tę część programu omawiamy metodą powtórzenia, utrwalenia i usystematyzowania. Należy zwrócić uwagę na zachowanie dielektryków w polu elektrycznym, gdyż jest to niezbędne do zrozumienia roli dielektryków w kondensatorze. Uczniowie powinni wiedzieć, że przewodniki mają swobodne ładunki elektryczne, a izolatory ich nie mają (ładunki w izolatorach są związane z atomami i cząsteczkami).

Pole elektrostatyczne opisujemy podobnie jak pole grawitacyjne, zwracając uwagę na to, że w polu grawitacyjnym występują jedynie siły przyciągania, a w polu elektrostatycznym – siły przyciągające i odpychające.

Wprowadzamy pojęcie pojemności przewodnika jako jedną z trzech (oprócz oporu i indukcyjności) wielkości fizycznych charakteryzujących przewodniki metalowe.

Demonstrujemy linie pola dla pól centralnych i pola jednorodnego. Analizujemy ruch ładunku elektrycznego wprowadzonego do pola równoległe i prostopadle do kierunku wektora natężenia pola. Informujemy uczniów, że te wiadomości przydadzą się im przy omawianiu oscyloskopów i akceleratorów. Jeżeli w szkole jest oscyloskop, należy zademonstrować jego działanie.

### Rozdział 13. Prąd stały (21 h)

| Lp.           | Treści nauczania                  | Wymagania      |           |                                     |
|---------------|-----------------------------------|----------------|-----------|-------------------------------------|
|               |                                   | merytoryczne   | ogólne    | przekrojowe                         |
| 106.<br>(1 h) | Prąd elektryczny i jego natężenie | VIII.1, VIII.2 | I, II, IV | I.1                                 |
| 107.<br>(2 h) | Chemiczne efekty przepływu prądu  | VIII.1         | I, IV     | I.7                                 |
| 108.<br>(2 h) | Obwody elektryczne                | VIII.2         | I, IV, V  | I.1, I.3                            |
| 109.<br>(2 h) | Pomiar napięcia i natężenia       | VIII.2         | III       | I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, |

|               |   |  |            |   |
|---------------|---|--|------------|---|
|               |   |  |            | I.16  |
| 110.<br>(2 h) | Napięcie a natężenie. Prawo Ohma                | VIII.2, VIII.3, VIII.5, VIII.6,                          | I, II, V   | I.1, I.3, I.4   |
| 111.<br>(2 h) | Łączenie oporników                              | VIII.3, VIII.5, VIII.10, VIII.13, VIII.16.a), VIII.16 b) | I, II      | I.1, I.4, I.20  |
| 112.<br>(2 h) | Od czego zależy opór elektryczny                | VIII.1, VIII.3, VIII.4, VIII.6, VIII.16d)                | I, IV, V   | I.1, I.7, I.8, I.9                                      |
| 113.<br>(2 h) | Praca i moc prądu elektrycznego                 | VIII.2, VIII.5, VIII.8, VIII.9                           | I, II      | I.1, I.20   |
| 114.<br>(2 h) | Siła elektromotoryczna i opór wewnętrzny ogniwa | VIII.1, VIII.2, VIII.5, VIII.7, VIII.9, VIII.16.         | I, II, III | I.1, I.3, I.4, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.20 |
| 115.<br>(2 h) | Drugie prawo Kirchhoffa                         | VIII.2, VIII.7, VIII.9, VIII.12, VIII.16b)               | I, II      | I.1, I.3, I.4, I.20                                     |
| 116.<br>(1 h) | Powtórzenie                                     |  |            |   |
| 117.<br>(1 h) | Sprawdzian                                      |  |            |   |

Mimo że zagadnienia związane z przepływem prądu elektrycznego są omawiane w szkole podstawowej, licealiści miewają kłopoty z niektórymi pojęciami. Dział „Prąd elektryczny” daje okazję do przeprowadzenia kilku prostych, ciekawych i kształcących doświadczeń, do których nie potrzeba kosztownych przyrządów. Oto kilka z nich:

- ▶ pomiar natężenia i napięcia prądu w prostych obwodach elektrycznych,
- ▶ badanie zależności  $I(U)$  i obliczanie oporu z zależności:  $R = \frac{U}{I}$ ,
- ▶ rozkład napięć na opornikach połączonych szeregowo,
- ▶ rozptyw prądów w węźle obwodu równoległego,
- ▶ pomiar siły elektromotorycznej źródła napięcia i napięcia na obwodzie zewnętrznym,
- ▶ wykorzystanie opornika suwakowego jako potencjometru,

Ważnym aspektem jest pokazanie, że pierwsze prawo Kirchhoffa jest konsekwencją zasady zachowania ładunku, a drugie prawo Kirchhoffa – konsekwencją zasady zachowania energii. Dlatego nie są to prawa fundamentalne.

## Rozdział 14. Pole magnetyczne (15 h)

| Lp.           | Treści nauczania  | Wymagania      |          |                                |
|---------------|---|----------------|----------|--------------------------------|
|               |   | merytoryczne   | ogólne   | przekrojowe                    |
| 118.<br>(1 h) | Źródła pola magnetycznego                                 | IX.1           | I        |                                |
| 119.<br>(2 h) | Linie pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków | IX.1, IX.15.a) | I, III   | I.5, I.10, I.11, I.12          |
| 120.<br>(2 h) | Siła Lorentza. Wektor indukcji magnetycznej               | IX.2           | I, I     | I.1, I.3, I.4, I.5, I.17, I.20 |
| 121.<br>(2 h) | Ruch ładunku w jednorodnym polu magnetycznym              | IX.3           | II       | I.1, I.3, I.4                  |
| 122.<br>(2 h) | Właściwości magnetyczne materii                           | IX.7           | IV       | I.1, I.2, I.18                 |
| 123.<br>(2 h) | Siła elektrodynamiczna                                    | IX.2, IX.4     | III      | I.1, I.5, I.19, I.20           |
| 124.<br>(2 h) | Indukcja magnetyczna wokół przewodnika z prądem           | IX.5, IX.6     | I, II, V | I.1, I.3, I.4                  |
| 125.<br>(1 h) | Powtórzenie   |                |          |                                |
| 126.<br>(1 h) | Sprawdzian  |                |          |                                |

Treści zawarte w tym dziale zostały obszernie omówione w szkole podstawowej, ale ze względu na ich znaczenie dla zrozumienia zjawiska indukcji elektromagnetycznej oraz powstawania, rozchodzenia się i właściwości fal elektromagnetycznych trzeba zyskać pewność, że materiał został przez uczniów opanowany gruntownie. Realizacji tego celu powinno posłużyć wykonanie następujących eksperymentów:

- ▶ obserwacja linii pola magnetycznego magnesu stałego oraz przewodnika prostoliniowego, kołowego i zwojnicy, przez które płynie prąd,
- ▶ pomiar siły elektrodynamicznej działającej na przewodnik z prądem.

Jeżeli w pracowni jest oscyloskop, warto zademonstrować skutki działania siły Lorentza. Należy się upewnić, czy uczniowie swobodnie i prawidłowo posługują się regułami prawej i lewej dłoni przy określaniu zwrotu linii pola, kierunku i zwrotu siły elektrodynamicznej oraz siły Lorentza.

## Rozdział 15. Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny (17 h)

| Lp.           | Treści nauczania   | Wymagania                   |            |                |
|---------------|--|-----------------------------|------------|----------------|
|               |  | merytoryczne                | ogólne     | przekrojowe    |
| 127.<br>(2 h) | Zjawisko indukcji elektromagnetycznej                    | IX.9, IX.10, IX.11, IX.15b) | I, II, III | I.5, I.17      |
| 128.<br>(2 h) | Prawo indukcji Faradaya                                  | IX.8, IX.9, IX.10           | I          | I.3, I.4, I.5  |
| 129.<br>(2 h) | Prąd przemienny  | IX.12                       | I, II      | I.6            |
| 130.<br>(1 h) | Domowa sieć elektryczna. Rola bezpieczników i uziemienia | VIII.11, IX.12              | I          | I.2, I.6       |
| 131.<br>(2 h) | Silniki elektryczne i prądnice                           | IX.4, IX.9                  | IV         | I.16, I.18     |
| 132.<br>(2 h) | Indukcja wzajemna i samoindukcja                         | IX.11, IX.13                | II, V      | I.2, I.3, I.17 |
| 133.<br>(2 h) | Dioda i prostowanie prądu                                | VIII.14, VIII.16c)          | IV         | I.2, I.18      |
| 134.<br>(2 h) | Tranzystory  | VIII.15                     | IV         | I.2, I.18      |
| 135.<br>(1 h) | Powtórzenie  |                             |            |                |
| 136.<br>(1 h) | Sprawdzian   |                             |            |                |

Realizując ten dział, należy zwrócić uwagę uczniów na rozróżnianie pojęć indukcji magnetycznej  $\vec{B}$ , która jest wielkością fizyczną, i indukcji elektromagnetycznej, która jest zjawiskiem powstawania prądu indukcyjnego. Zagadnienie powstawania prądu indukcyjnego należy wprowadzić na podstawie doświadczeń. W celu lepszego ukazania skutków zjawiska samoindukcji wskazane jest zwrócenie uwagi na iskrzenie w gniazdkach i wyłącznikach przy włączaniu i wyłączaniu prądu w obwodzie. Pokażmy zależności między napięciem a natężeniem prądu w uzwojeniach transformatora.

### Część 4.

## Rozdział 16. Fale elektromagnetyczne i optyka (21 h)

| Lp.           | Treści nauczania                   | Wymagania       |        |                 |
|---------------|------------------------------------|-----------------|--------|-----------------|
|               |                                    | merytoryczne    | ogólne | przekrojowe     |
| 137.<br>(1 h) | Czym są fale elektromagnetyczne    | IX.14, X.14     | I, III | I.2, I.10, I.11 |
| 138.<br>(1 h) | Natężenie fali elektromagnetycznej | IX.14, X.2, X.3 | I, II  | I.1, I.5        |

|               |  |                        |         |                                 |
|---------------|--|------------------------|---------|---------------------------------|
| 139.<br>(2 h) | Widmo fal elektromagnetycznych                                   | X.4, X.5               | I, IV   | I.2, I.10, I.11, I.12           |
| 140.<br>(2 h) | Dyfrakcja fal elektromagnetycznych                               | X.8, X.9, X.20b)       | II      | I.10, I.11, I.12                |
| 141.<br>(2 h) | Siatki dyfrakcyjne   | X.8, X.9, X.16         | III     | I.10, I.11, I.12                |
| 142.<br>(1 h) | Wyznaczanie prędkości światła                                    | IX.14                  | III, IV | I.1, I.2, I.17                  |
| 143.<br>(1 h) | Załamanie światła  | X.6., X.20d).          | I, III  | I.10, I.11, I.12                |
| 144.<br>(2 h) | Częściowe i całkowite wewnętrzne odbicie. Rozszczepienie światła | X.6, X.7, X.19, X.20e) | I, III  | I.10, I.11, I.12                |
| 145.<br>(1 h) | Soczewki   | X.17, X.18, X.20f).    | III     | I.2, I.10, I.11, I.12           |
| 146.<br>(2 h) | Obraz rzeczywisty tworzony przez soczewkę wypukłą                | X.17, X.18, X.20f)     | II, III | I.1, I.3, I.4, I.10, I.11, I.12 |
| 147.<br>(1 h) | Obrazy pozorne tworzone przez soczewki                           | X.17, X.18             | II, III | I.1, I.3, I.4                   |
| 148.<br>(1 h) | Obrazy tworzone przez zwierciadła                                |                        | II, III | I.10, I.11, I.12                |
| 149.<br>(1 h) | Przyrządy optyczne   | X.17, X.18             | IV      | I.2                             |
| 150.<br>(1 h) | Polaryzacja światła  | X.14, X.15, X.20a)     | I       | I.5                             |
| 151.<br>(1 h) | Powtórzenie  |                        |         |                                 |
| 152.<br>(1 h) | Sprawdzian   |                        |         |                                 |

Zrozumienie istoty fal elektromagnetycznych jest dla uczniów trudne, mimo wcześniejszego omówienia fal mechanicznych. Dlatego tej kwestii należy poświęcić więcej uwagi niż sugeruje podstawa programowa. Z falami elektromagnetycznymi spotykamy się znacznie częściej niż z falami mechanicznymi, ale zmysły człowieka nie są przystosowane do ich odbierania, z wyjątkiem światła.

Przy omawianiu praw Maxwella należy nawiązać do wiadomości dotyczących pola magnetycznego przewodnika z prądem i indukcji elektromagnetycznej.

Zrealizowanie hasła z podstawy programowej: „podaje źródła fal w poszczególnych zakresach” nie jest możliwe bez gruntownego zrozumienia istoty fal elektromagnetycznych.

Omawianie zagadnień z dziedziny optyki to możliwość powiązania wiedzy teoretycznej ze zjawiskami obserwowanymi w otaczającym świecie. Znalezienie przyrządów oraz materiałów do wykonywania ćwiczeń i pokazów jest łatwe. Źródłami światła mogą być: świeca, latarka,

wskaźniki laserowe, promień światła słonecznego. Można wykonać wiele pokazów i doświadczeń, np.:

- ▶ rozszczenie światła za pomocą pryzmatu i siatki dyfrakcyjnej,
- ▶ wyznaczanie długości fali za pomocą siatki dyfrakcyjnej,
- ▶ wyznaczanie gęstości ścieżek na płycie CD na podstawie dyfrakcji światła,
- ▶ otrzymywanie obrazów w zwierciadłach i soczewkach,
- ▶ wyznaczanie współczynnika załamania różnymi sposobami.

### Rozdział 17. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego (14 h)

| Lp.           | Treści nauczania   | Wymagania               |          |                             |
|---------------|--|-------------------------|----------|-----------------------------|
|               |  | merytoryczne            | ogólne   | przekrojowe                 |
| 153.<br>(1 h) | Promieniowanie termiczne   | XI.1, XI.4              | I, IV    | I.1                         |
| 154.<br>(2 h) | Efekt fotoelektryczny  | XI.7                    | I, IV    | I.17                        |
| 155.<br>(2 h) | Fotokomórka i badanie zjawiska fotoelektrycznego                   | XI.7                    | I, III   | I.10, I.11, I.12            |
| 156.<br>(2 h) | Falowa natura materii  | XI.2, XI.9              | I, IV, V | I.17, I.18                  |
| 157.<br>(2 h) | Falowa natura materii a budowa atomu, widma emisyjne i absorpcyjne | XI.2, XI.4, XI.5, XI.10 | I, IV, V | I.2, I.10, I.11, I.12, I.17 |
| 158.<br>(1 h) | Pęd fotonu, zasada zachowania pędu przy emisji i absorpcji fotonu  | XI.2, XI.6              | I, II, V | I.1, I.3, I.4, I.5, I.20    |
| 159.<br>(1 h) | Otrzymywanie promieni Roentgena                                    | XI.3, XI.8              | IV       | I.2, I.17                   |
| 160.<br>(1 h) | Zastosowanie promieni Roentgena do badania struktur kryształów     | XI.3                    | IV       | I.2, I.17                   |
| 161.<br>(1 h) | Powtórzenie  |                         |          |                             |
| 162.<br>(1 h) | Sprawdzian   |                         |          |                             |

Zakończenie nauczania fizyki w liceum fizyką współczesną wydaje się logiczne, ale zdobycia wiadomości z tej dziedziny nie można traktować jako zakończenia edukacji, bo nie wyczerpują one całej wiedzy z dziedziny fizyki. Przed absolwentami klas z fizyką rozszerzoną pozostaje do odkrycia wiele tajemnic przyrody. Ile z nich zostanie rozwiązanych, będzie zależęć między innymi od tego, ilu i w jakim stopniu zaangażowanych odkrywców wychowa szkoła średnia.

## Rozdział 18. Fizyka jądrowa (17 h)

| Lp.           | Treści nauczania   | Wymagania              |        |                 |
|---------------|--|------------------------|--------|-----------------|
|               |  | merytoryczne           | ogólne | przekrojowe     |
| 163.<br>(1 h) | Budowa atomu, pierwiastki, izotopy                                     | XII.5                  | I      | I.2, I.17       |
| 164.<br>(2 h) | Energia wiązania i deficyt masy (w tym jądra stabilne i niestabilne)   | XII.7, XII.8           | I, II  | I.2, I.3        |
| 165.<br>(2 h) | Reakcje jądrowe i zasada zachowania energii                            | XII.6, XII.7, XII.8    | II     | I.2, I.3        |
| 166.<br>(2 h) | Właściwości promieniowania $\alpha$ , $\beta^+$ , $\beta^-$ , $\gamma$ | XII.9                  | IV     | I.2             |
| 167.<br>(2 h) | Prawo rozpadu promieniotwórczego, datowanie izotopowe                  | XII.10, XII.11, XII.12 | II, IV | I.3, I.4        |
| 168.<br>(1 h) | Kreacja i anihilacja cząstek   | XII.19                 | IV     | I.6, I.7, I.19  |
| 169.<br>(1 h) | Rozszczepienie jądrowe   | XII.15, XII.16         | II, IV | I.6, I.7, I.19  |
| 170.<br>(1 h) | Synteza termojądrowa   | XII.17                 | IV     | I.6, I.7, I.19  |
| 171.(1 h)     | Ewolucja gwiazd  | XII.17, XII.18         | IV     | I.2, I.17, I.18 |
| 172.<br>(1 h) | Wpływ promieniowania jonizującego na materię                           | XII.13, XII.14         | IV     | I.2, I.18       |
| 173.<br>(1 h) | Zastosowanie promieniotwórczości                                       | XII.12, XII.14         | IV     | I.2, I.17, I.18 |
| 174.<br>(1 h) | Powtórzenie  |                        |        |                 |
| 175.<br>(1 h) | Sprawdzian   |                        |        |                 |

Zagadnienia poświęcone fizyce jądrowej omawiamy informacyjnie. Można je interesująco przedstawić, nawiązując do różnych „gorących” tematów, jak m.in.:

- ▶ energetyka i elektrownie jądrowe,
- ▶ sprawa bezpieczeństwa w wykorzystywaniu materiałów radioaktywnych,
- ▶ ewolucja gwiazd i pochodzenie ciężkich pierwiastków na Ziemi,
- ▶ hasło: każdy z nas jest zbudowany z pozostałości gwiazdy, która już nie istnieje.

## Rozdział 19. Elementy fizyki relatywistycznej (10 h)

| Lp.           | Treści nauczania   | Wymagania    |          |                 |
|---------------|--|--------------|----------|-----------------|
|               |  | merytoryczne | ogólne   | przekrojowe     |
| 176.<br>(2 h) | Prędkość światła a układy odniesienia  | XII.1, XII.4 | V        | I.5             |
| 177. (3 h)    | Szczególna teoria względności – postulaty Einsteina (dylatacja czasu, kontrakcja odległości, masa spoczynkowa i paradoks bliźniąt) | XII.1        | I, II, V | I.1, I.5, I.20  |
| 178.<br>(1 h) | Równoczesność zdarzeń  | XII.1        | I, V     | I.5, I.20       |
| 179.<br>(2 h) | Energia spoczynkowa, równoważność masy i energii, pęd cząstki relatywistycznej   | XII.2, XII.3 | I, II, V | I.5, I.17, I.20 |
| 180.<br>(1 h) | Powtórzenie  |              |          |                 |
| 181.<br>(1 h) | Sprawdzian   |              |          |                 |

Można te zagadnienia omówić informacyjnie. Dwa postulaty oraz proste działania algebraiczne w zupełności powinny wystarczyć. Uczeń będzie wtedy umiał zinterpretować równoważność masy i energii lub kwestię zależności równoczesności zdarzeń z punktu widzenia różnych obserwatorów inercjalnych.

W sumie 275 + 3 h oraz około 30 h na powtórzenie przed maturą.



## V. Sposoby osiągania celów kształcenia i wychowania

Celem prezentowanego programu jest przygotowanie młodych ludzi do życia w dynamicznie zmieniającym się społeczeństwie dzięki wykształceniu w nich odpowiednich kompetencji i umiejętności, ze szczególnym naciskiem na potrzebę ciągłego doskonalenia się, uaktualniania i pogłębiania wiedzy oraz nabywania nowych i doskonalenia posiadanych umiejętności. Celem programu jest również ukazanie uczniom znaczenia fizyki w procesie rozwoju gospodarczego i społecznego oraz w codziennym życiu, a także rozbudzenie w nich zainteresowania zjawiskami w otaczającym świecie. Ponadto obecnie, w epoce chaosu informacyjnego, umiejętności zdobyte na lekcjach fizyki powinny ułatwić uczniom ocenę otrzymywanych wiadomości pod względem prawdziwości i rzetelności.

Przy takich założeniach istotny jest proces zdobywania wiedzy oparty na aktywności uczniów. Dzięki niej konstruują oni swoją wiedzę, a nie przyjmują jej biernie od nauczyciela. Nauczyciel powinien tworzyć takie sytuacje dydaktyczne, aby uczniowie mogli wykorzystać wszystkie formy swojej aktywności i opanować możliwie trwale konieczne umiejętności. Wiąże się to ze stosowaniem różnych metod i form pracy, z dbałością o atrakcyjność zajęć, a także ze stwarzaniem na bieżąco możliwości dokonywania przez uczniów samooceny i samokontroli w zakresie zdobywanych wiadomości, umiejętności i postaw. Tym działaniom powinny towarzyszyć zapewnienie bezpieczeństwa i dbałość o przestrzeganie zasad BHP oraz – oczywiście – atmosfera sprzyjająca rozwojowi intelektualnemu.

W celu zapewnienia jak najlepszych warunków umożliwiających aktywność uczniów zarówno na lekcjach, jak i na zajęciach pozalekcyjnych, szkoła powinna zadbać o wyposażenie pracowni fizycznej w odpowiedni sprzęt i umożliwić uczniom korzystanie z różnorodnych technologii informacyjno-komunikacyjnych (m.in. portali, aplikacji, narzędzi, sprzętu mobilnego), a także zgromadzić w bibliotece szkolnej odpowiednią literaturę (m.in. poradniki, encyklopedie, czasopisma i inną literaturę popularnonaukową). Nauczyciel zaś – jako organizator procesu dydaktycznego – powinien jak najczęściej stawiać uczniów w różnych sytuacjach problemowych, biorąc pod uwagę ich możliwości intelektualne i kierując się indywidualizacją procesu nauczania.

Jedną z najlepszych form zdobywania wiedzy i kształtowania umiejętności jest wykonywanie przez uczniów jak największej liczby doświadczeń. Słabe wyposażenie pracowni nie powinno być przeszkodą; do przeprowadzania doświadczeń często wystarczą przedmioty codziennego użytku. Nieocenionym narzędziem jest telefon komórkowy z wbudowaną kamerą i odpowiednimi darmowymi aplikacjami. Należy korzystać z innowacyjnych pomysłów uczniów. Doświadczenia mogą być wykonywane w grupach lub jako pokazy. Celowe jest wykonywanie doświadczeń pokazowych przez samych uczniów, oczywiście pod czujnym okiem nauczyciela. Powinno ono być poprzedzone planowaniem przebiegu eksperymentu, a zakończone opracowywaniem i prezentowaniem jego wyników w różnej formie (tabel, wykresów, wniosków), z uwzględnieniem szacowania niepewności pomiarowych. Wówczas uczniowie wprowadzą w życie podstawy rozumowania naukowego, wyjaśniając zjawiska fizyczne w sposób naukowy, z wykorzystaniem wyników i dowodów naukowych. Tę umiejętność powinni przenosić na inne aspekty życia społecznego i poszukiwanie obiektywnej prawdy.

W celu uatrakcyjnienia zajęć i zaoszczędzenia czasu można korzystać z gotowych doświadczeń w postaci filmów, symulacji czy animacji. Mogą one również być przydatne do tworzenia ciekawych sytuacji problemowych i być tematem merytorycznej dyskusji. W przypadku symulacji uczniowie mogą wpływać na przebieg zjawisk, odpowiednio zmieniając parametry. Jest to również sposób mobilizowania ich do większej aktywności, bo po obejrzeniu sfilmowanych doświadczeń mogą próbować samodzielnie je weryfikować. Samodzielne stworzenie programu do symulacji, np. z wykorzystaniem programu Mathematica czy języka Python, jest okazją do połączenia fizyki z algorytmiką i informatyką, a uczniów interesujących się komputerami może zainteresować zjawiskami fizycznymi.

Uniwersalną i aktywną metodą nauczania-uczenia się jest projekt. Umożliwia on uczniom pogłębienie ważnych umiejętności, np. zdolności skutecznego planowania pracy, efektywnej współpracy i komunikacji, a także prezentacji pracy i samooceny. Młodzi ludzie uczą się rozwiązywać konkretne problemy, a tym samym samodzielnie zdobywać wiedzę, szukając informacji i na bieżąco je analizując, po czym prezentować efekty pracy, własnej i zespołowej. Wymagane jest poprawne posługiwanie się językiem fizyki i matematyki oraz językiem ojczystym. Ważne jest też zwrócenie uwagi na rozróżnianie znaczenia pojęć w języku potocznym i języku fizyki.

Inną formą wyrabiania nawyku poszerzania wiedzy i korzystania z materiałów źródłowych jest samodzielne wyszukiwanie potrzebnych materiałów. Wybiórcze (selektywne) poszukiwanie informacji wymaga sporządzania notatek i ciągłej ich weryfikacji. Młodzi ludzie uczą się analizować informacje, uogólniać je i wyrażać w sposób precyzyjny swoje spostrzeżenia, a następnie przedstawiać je np. w postaci referatu.

Kolejną metodą pobudzania aktywności intelektualnej uczniów jest praca z tekstem popularnonaukowym – forma zainteresowania ich nieznanymi wcześniej faktami naukowymi. Jest to jednocześnie okazja do pogłębiania umiejętności przetwarzania informacji i logicznego formułowania myśli, a także do zainteresowania przedmiotem.

Tradycyjną formą aktywności uczniów na lekcjach fizyki jest rozwiązywanie zadań problemowych i obliczeniowych o różnych stopniach trudności. Ich dobór można uzależnić od możliwości uczniów. Takie zadania mają na celu wykształcenie umiejętności swobodnego posługiwania się wielkościami fizycznymi i ich jednostkami oraz metodami matematycznymi, a przede wszystkim – rozumienia zjawisk fizycznych. Od uczniów często wymaga się wypowiedzi pisemnych, które powinny charakteryzować precyzyjne posługiwanie się pojęciami i językiem charakterystycznymi dla fizyki.

## VI. Ocenianie osiągnięć ucznia

### 1. Dlaczego oceniamy

W rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej z 30 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków i sposobu oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy oraz przeprowadzania egzaminów i sprawdzianów w szkołach publicznych czytamy:

§ 2.1. pkt. 2. Ocenianie osiągnięć edukacyjnych ucznia polega na rozpoznawaniu przez nauczycieli poziomu i postępów w opanowaniu przez ucznia wiadomości i umiejętności w stosunku do wymagań edukacyjnych wynikających z podstawy programowej, określonej w odrębnych przepisach, i realizowanych w szkole programów nauczania uwzględniających tę podstawę.

[...]

§ 3.1. Ocenianie osiągnięć edukacyjnych i zachowania ucznia odbywa się w ramach oceniania wewnątrzszkolnego.

[...]

§ 3.1. pkt. 2. Ocenianie wewnątrzszkolne ma na celu:

- 1) informowanie ucznia o poziomie jego osiągnięć edukacyjnych i jego zachowaniu oraz postępach w tym zakresie,
- 2) udzielanie uczniowi pomocy w samodzielnym planowaniu swojego rozwoju,
- 3) motywowanie ucznia do dalszych postępów w nauce i zachowaniu,
- 4) dostarczenie rodzicom i nauczycielom informacji o postępach, trudnościach i specjalnych uzdolnieniach ucznia,
- 5) umożliwienie nauczycielom doskonalenia organizacji metod pracy dydaktyczno-wychowawczej.

### 2. Znaczenie oceny i oceniania

1. Ocenianie osiągnięć uczniów to pozyskiwanie wiedzy o wynikach uczenia się i komunikowanie tej informacji. Ocenianie opiera się na współdziałaniu i wymianie informacji między nauczycielem a uczniem.
2. Ocena szkolna składa się ze stopnia szkolnego oraz komentarza na temat znaczenia tego stopnia.
3. Systematyczne informowanie ucznia o wyniku uczenia się jest niezbędne do zwiększenia skuteczności uczenia się.
4. Postęp dydaktyczny w ocenianiu szkolnym polega na racjonalizacji funkcji oceny szkolnej i zwiększaniu wartości informacyjnej tej oceny.
5. Wychowawcza rola ocen szkolnych rośnie wraz z ich obiektywizmem.

### 3. Co oceniamy w fizyce

Przy przeprowadzaniu śródrocznej i rocznej klasyfikacji uczniów z fizyki należy brać pod uwagę następujące elementy świadczące o poziomie wykształcenia ucznia:

1. wiadomości teoretyczne dotyczące zjawisk, praw i wielkości fizycznych,

2. umiejętności: obserwacji, opisu i wyjaśniania zjawisk fizycznych (występujących zarówno w pracowni fizycznej, jak i w otoczeniu),
3. znajomość związków przyczynowo-skutkowych między zjawiskami fizycznymi,
4. umiejętność stosowania pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych,
5. umiejętność rozwiązywania zadań obliczeniowych i wyciągania wniosków z obliczeń,
6. umiejętność planowania, wykonywania i opracowywania wyników eksperymentów laboratoryjnych,
7. umiejętność stawiania hipotez i wskazywania sposobów ich sprawdzania,
8. sposób formułowania własnych myśli, zarówno w formie ustnej, jak i pisemnej,
9. umiejętność czerpania informacji naukowych z literatury naukowej i popularnonaukowej, filmów, programów komputerowych, obserwacji otoczenia oraz innych źródeł,
10. umiejętność krytycznej selekcji informacji oraz prezentowanie i uzasadnianie własnych poglądów,
11. pozalekcyjne i pozaszkolne zainteresowanie problemami fizyki i techniki,
12. trwałość zdobytej wiedzy.

#### 4. Wymagania na poszczególne oceny

**Ocenę niedostateczną** otrzymuje uczeń, który:

- ▶ nie opanował podstawowych pojęć i praw fizyki w stopniu pozwalającym na dalsze zdobywanie wiedzy,
- ▶ popełnia poważne błędy, opisując zjawiska i podając wielkości fizyczne, które tych zjawisk dotyczą.

**Ocenę dopuszczającą** otrzymuje uczeń, który:

- ▶ wykazuje braki w znajomości praw i zasad fizyki ujętych w podstawie programowej oraz popełnia błędy w przedstawianiu ich w formie słownej i matematycznej, błędy te jednak nie przekreślają dalszej możliwości kształcenia,
- ▶ wymienia zjawiska fizyczne ujęte w podstawie programowej i omawiane na lekcjach, lecz popełnia nieznaczne błędy w ich opisie,
- ▶ wymienia podstawowe wielkości fizyczne potrzebne do opisanie poznanych zjawisk, ale popełnia błędy w ich definiowaniu,
- ▶ wybiera przyrządy do pomiaru poznanych wielkości fizycznych,
- ▶ rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o niewielkim stopniu trudności.

**Ocenę dostateczną** otrzymuje uczeń, który opanował wiadomości i umiejętności na stopień dopuszczający, a ponadto:

- ▶ wyjaśnia niewykraczające poza podstawę programową zależności między wielkościami fizycznymi opisującymi zjawiska poznane na lekcjach,
- ▶ opisuje i wyjaśnia typowe zjawiska omawiane na lekcjach,
- ▶ opisuje wykonywane na lekcjach doświadczenia i ćwiczenia,
- ▶ rozwiązuje zadania obliczeniowe o niewielkim stopniu trudności.

**Ocenę dobrą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania przewidziane na stopień dostateczny, a ponadto:

- ▶ wyjaśnia ćwiczenia i pokazy wykonywane na lekcjach,
- ▶ prezentuje, analizuje i interpretuje wyniki doświadczeń, przewiduje wystąpienie określonych zjawisk na podstawie ogólnych zasad i praw fizyki,
- ▶ planuje czynności w celu wywołania zjawiska,
- ▶ rozwiązuje zadania obliczeniowe o średnim stopniu trudności.

**Ocenę bardzo dobrą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na niższe oceny, a ponadto:

- ▶ stosuje poznane prawa do rozwiązywania nietypowych problemów występujących w otaczającej rzeczywistości,
- ▶ planuje i przeprowadza doświadczenia potwierdzające określoną tezę,
- ▶ wykorzystuje wiadomości i umiejętności z innych przedmiotów przy rozwiązywaniu problemów z fizyki,
- ▶ wykorzystuje wiadomości pochodzące ze środków masowego przekazu,
- ▶ rozwiązuje zadania obliczeniowe o zwiększonym stopniu trudności.

**Ocenę celującą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na niższe oceny, a ponadto wyróżnia się w jednej z niżej podanych dziedzin:

- ▶ samodzielnie dociera do informacji zawartych w literaturze naukowej i popularnonaukowej, wykorzystuje je praktycznie,
- ▶ interesuje się określoną dziedziną fizyki lub astronomii, co przejawia się studiowaniem literatury lub prowadzeniem badań, których wyniki przedstawia w określonej formie.
- ▶ jest finalistą lub laureatem olimpiady przedmiotowej i/lub odnosi znaczące sukcesy w konkursach fizycznych albo astronomicznych na szczeblu co najmniej wojewódzkim.

Dobrze przeprowadzona kontrola i ocena wyników nauczania:

- ▶ dostarcza nauczycielowi informacji o jego pracy,
- ▶ dostarcza rodzicom lub opiekunom danych o pracy ucznia,
- ▶ zachęca ucznia do dalszej nauki; pomaga mu dostrzec, a następnie usuwać własne braki,
- ▶ stanowi podstawę procesów selekcyjnych (promocja do następnej klasy, przejście do szkoły wyższego szczebla),
- ▶ odzwierciedla jakość i zakres kompetencji uzyskanych przez absolwenta szkoły.